

MONOGRAF

ESTIMASI KEHILANGAN HASIL EKONOMI PRODUKSI BAWANG MERAH TERHADAP PENYAKIT BERCAK UNGU



Hery Nirwanto

Penerbit: UPN “Veteran” Jawa Timur

MONOGRAF

**ESTIMASI KEHILANGAN HASIL EKONOMI PRODUKSI
BAWANG MERAH TERHADAP PENYAKIT BERCAK UNGU**

Hery Nirwanto

Penerbit: UPN “Veteran” Jawa Timur

MONOGRAF

**ESTIMASI KEHILANGAN HASIL EKONOMI
PRODUKSI BAWANG MERAH**

Oleh: Hery Nirwanto

Penerbit UPN “Veteran” Jawa Timur

Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya

Telp. +6231-8706369

© Hak Cipta 2011 pada penulis .

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfoto copy, merekam, atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Edisi pertama

Cetakan pertama, 2011

ISBN : 978-602-8915-97-7

x+56 hal, 15,5 cm x 23,5 cm

KATA PENGANTAR

Monograf Estimasi Kehilangan Hasil ini berisi himpunan hasil-hasil penelitian uji model sebagai dasar penyusunan rekomendasi waktu tanam tanaman bawang merah dan resikonya. Dalam tulisan ini, hasil penelitian yang disampaikan sebagian besar merupakan penelitian model untuk perkembangan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah.

Selama dekade terakhir, upaya pengendalian penyakit pada tanaman bawang merah diarahkan pada pengendalian cara budidaya dikarenakan belum adanya varietas bawang merah yang tahan terhadap penyakit bercak ungu. Diantaranya adalah penggunaan varietas yang sesuai musim. Perkembangan penyakit bercak ungu sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Oleh karenanya prediksi keberhasilan dalam pengendalian penyakit bercak ungu dapat didasarkan pada data cuaca dalam suatu musim. Pentingnya mengetahui pola cuaca pada suatu daerah sebagai pertimbangan dalam usaha tanaman bawang merah. Karakteristik pola cuaca mempunyai nilai peluang dalam keberhasilan usaha tanaman bawang merah.

Melalui uji model dapat diperkirakan probabilitas intensitas serangan *A. porri* pada suatu daerah yang selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung nilai ekonomi yang diharapkan di

dalam pengendalian penyakit bercak ungu pada pertanaman bawang merah. Disamping itu pemodelan dengan menggunakan data cuaca dapat digunakan sebagai dasar untuk mengetahui pola distribusi penyakit bercak ungu pada pertanaman bawang merah dalam satu tahun dan dapat digunakan sebagai konsep dasar dalam mengevaluasi penggunaan fungisida. Oleh karena itu di dalam tulisan ini pemahaman tentang estimasi kehilangan hasil ekonomi akan dirumuskan sesuai kaedah ilmu probabiliti.

Saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berupaya keras membantu penyusunan Monograf sehingga terwujud dalam bentuk buku ini. Semoga karya ini dapat dijadikan pedoman dan informasi berharga untuk peneliti, praktisi dan pengambil kebijakan di bidang pertanian dan pengembangan pertanian nasional pada umumnya dan khususnya di bidang pengelolaan penyakit tanaman. Kritik dan saran sangat diharapkan untuk kesempurnaan isi monograf ini.

Surabaya, Desember 2011

Penulis,

Dr. Ir. Herry Nirwanto,MP,

DAFTAR ISI

I. Pendahuluan	1
Perumusan masalah	2
II. Pengertian Model	3
-Model	3
-Model Epidemi Penyakit Tanaman	5
-Pembatan Model untuk Penelitian sistem.....	7
-Model kehilangan Hasil.....	9
-Model dalam Evaluasi Ekonomi pada Epidemi	11
III.Faktor-Faktor Lingkungan yang Berpengaruh	13
-kelembaban	13
-suhu.....	13
IV.Penyakit Bercak ungu.....	15
-Biologi Jamur.....	15
-Gejala penyakit	16
-Daur Hidup	19
V. Penelitian Pembuatan Model	23
-Persiapan data	22
-Penentuan distribusi intensitas serangan.....	23

-data referensi.....	23
-data penelitian lapangan	24
-percobaan kehilangan hasil	24
VI. Hasil Penelitian Model	33
-Perbandingan epidemi	33
-model data referensi.....	38
-model data kompilasi.....	42
-model kehilangan hasil	50
-probabilitas intensitas serangan	53
Kesimpulan	
Daftar pustaka	

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Upaya mengetahui pengaruh cuaca terhadap perkembangan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah di daerah pertanian tidaklah mudah dilakukan. Hal ini dikarenakan patogen tersebut mempunyai kepekaan tertentu terhadap faktor cuaca yang selalu berubah – ubah dan berbeda dari satu tempat ke tempat lainnya. Di samping itu untuk mendapatkan data perkembangan penyakit yang dipengaruhi oleh faktor cuaca tanpa penggunaan pestisida sangatlah terbatas. Keadaan ini dikarenakan pengendalian penyakit bawang merah pada umumnya menggunakan fungisida secara intensif paling sedikit 2 kali setiap minggu selama musim tanam.

Intensitas penyakit bercak ungu dapat bervariasi sekali tiap tahunnya di daerah pertanian bawang merah. Perbedaan intensitas serangan selama bertahun – tahun diduga timbul dari perbedaan keadaan lingkungan utamanya, yaitu tingkat kelembaban diantara musim tanam. Variasi tersebut dapat menyebabkan petani bawang merah menanamkan modalnya terlalu banyak pada beberapa tahun dan kurang pada tahun – tahun yang lain. Variasi intensitas serangan secara musim juga menghalang – halangi interpretasi penelitian di lapangan. Sedangkan deskripsi kuantitatif terhadap penyakit bercak ungu yang lebih dari dua atau tiga tahun belum pernah dikompilasi.

Sehingga variasi dari tahun ke tahun terhadap penyakit bercak ungu belum ada karakterisasi.

Perumusan masalah

Dari uraian tersebut di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut: bagaimanakah pola epidemi *A. porri* pada suatu daerah dengan kondisi cuaca yang berubah – ubah dalam rentang waktu tertentu dapat diketahui secara cepat dan murah. Selanjutnya, apakah data cuaca juga dapat dipergunakan sebagai dasar pembuatan model untuk mengetahui pola distribusi penyakit bercak ungu pada pertanaman bawang merah dan dapat digunakan sebagai konsep dasar dalam mengevaluasi penggunaan fungisida.

II. PENGERTIAN MODEL

Model

Istilah model terdiri dari beragam arti, dan jumlah model akan sebesar kompleksitas dan kegunaannya. Model merupakan abstraksi dari dunia yang sebenarnya, dan pendekatan yang sederhana terhadap realita. Hal ini menekankan bahwa suatu model jarang lengkap dan selesai. Setiap model berdasarkan pengalaman atau penelitian terdahulu dan harus diperiksa kembali dan diperbaiki dengan penelitian. Pemeriksaan yang bersifat penelitian dapat karena kurangnya akurasi penelitian atau kurangnya metode atau perlengkapan yang memadai (Kranz, 1974).

Semua model baik dibangun untuk tujuan riset atau manajemen, didasarkan pada pencampuran data, pengetahuan dan pendugaan. Suatu model diperbolehkan bahkan diinginkan dalam penelitian mempunyai proporsi dugaan yang tinggi. Model berorientasi untuk manajemen tidak hanya mempunyai proporsi dugaan yang kecil, akan tetapi sebaiknya didasarkan pada data dan pengetahuan yang relative dapat dipercaya (France dan Thornley, 1985).

Model mendisiplinkan penelitian dan mengorganisir pengetahuan, dengan demikian memberikan konsep deduktif atau induktif terhadap kemajuan ilmiah lebih lanjut dengan cara penelitian. Pemahaman dan komunikasi terhadap fenomena akan sangat terhambat tanpa model. Hal ini merupakan bidang

dari model konseptual. Akan tetapi, model juga langsung digunakan untuk prediksi maupun pengendalian. Suatu sistem yang kompleks seperti epidemi dapat dipelajari dengan memodelkan elemen – elemennya sebagai suatu subsistem yang mempresentasikan komponen dasar dengan persyaratan – persyaratan komponen yang umum.

Hal ini dapat diberikan dengan komponen – komponen yang lebih spesifik sampai hanya komponen – komponen yang benar – benar spesifik pada satu epidemi yang tertinggal. Prosedur tersebut memungkinkan untuk menangani keragaman epidemi yang besar. Selanjutnya, ditambahkan bahwa fenomena yang sama dapat diterangkan dengan berbagai model (Kranz, 1974).

Model simulasi dapat dibagi menjadi dua kelas, yaitu model simulasi prediktif dan model simulasi mekanistik. Model pertama terkait dengan penyajian forecast (peramalan) mengenai pilihan – pilihan alternative, model kedua melibatkan bantuan pemahaman situasi pada penelitian yang mungkin dengan pandangan jangka panjang untuk mengendalikannya lebih efektif. Kedua model simulasi dapat berupa sejumlah bentuk, satu diantaranya adalah berbasis computer (France dan Thornley, 1985).

Pada penyakit jamur, informasi penting akan melibatkan perkembangan sporangiofor, perkembangan spora, jumlah spora, jumlah spora yang dihasilkan, penyebaran spora, perkecambahan spora dan sebagainya. Pengaruh hujan, suhu, kelembaban, angin, cahaya, lama matahari bersinar, awan. Pada

proses biologi ini harus ditentukan secara kuantitatif sebelum model dibuat. Terdapat sedikit sekali penyakit diperlakukan seperti cara ini masih terdapat keraguan terhadap akurasi model. Model akurat akan mempunyai banyak keuntungan. Banyak pertanyaan penting yang dapat dijawab dengan komputer. Sebagai contoh data cuaca dari bagian dunia yang berbeda dapat dimasukkan ke computer dan ini akan menunjukkan dimana penyakit akan merupakan masalah yang serius (Kerr, 1981).

Model Epidemi Penyakit Tanaman

Epidemi didefinisikan sebagai beberapa perubahan (bertambah atau berkurang) penyakit tanaman pada suatu populasi inang pada waktu dan ruang tertentu. Disamping itu peningkatan dan penurunan adalah merupakan suatu proses yang kompleks yang ditentukan oleh hubungan timbal balik sebab akibat yang merupakan ciri dari sistem biologi. Epidemi merupakan suatu sistem berpasangan dan dinamis. Selanjutnya, setiap sistem biologi mempunyai suatu bentuk yang lebih kurang mempunyai tingkah laku yang spesifik, strukturnya adalah terdiri dari elemen penting yang mempunyai kecepatan tertentu. Tingkah laku dari elemen – elemen ini dapat dianalisis dengan menetapkan bentuk epidemi dan kecepatan epidemi. Disamping itu analisis perbandingan epidemiologi merupakan suatu teknik yang utama untuk menerangkan prinsip – prinsip model epidemi (Sastrahidayat, 1995).

Suatu epidemi merupakan proses dinamis yang dimulai dari satu atau beberapa tanaman yang selanjutnya, tergantung

pada jenis, intensitas dan lamanya faktor – faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi inang dan patogen, kemudian menyebabkan tingkat kerusakan dan menyebar ke wilayah yang lebih luas sampai akhirnya mati. Dalam banyak hal, kenampakan, perkembangan, dan penyebaran epidemi menyerupai angin topan. Sehingga manusia tertarik untuk menentukan elemen – elemen dan kondisi yang memicu masalah di atas, kondisi yang mempengaruhi laju peningkatan dan arah lintasanya, juga kondisi yang mengakibatkan kematian. Mengenai fenomena tersebut, maka observasi, pengukuran, formula matematik dan computer banyak digunakan untuk meneliti perkembangan dan meramal ukuran, lintasan, dan waktu serangan pada lokasi – lokasi tertentu (Agrios, 1997).

Struktur elemen dari suatu epidemi berasal dari interaksi patogen inang atau dari populasi mereka. Lingkungan dimana manusia yang terlibat di dalamnya merupakan bagian dari sistem dengan penghambat yang bekerja cepat dari elemen tersebut (misalnya daun yang kering dan menghambat infeksi atau fungisida pelindung yang menghambat perkembangan spora). Komponen – komponen dari suatu epidemiologi diketahui dengan fungsi mereka sebagai $g(x)$ atau state variable. Hal yang sama, struktur dari seluruh epidemi diketahui dengan menjumlahkan seluruh fungsi yang terlibat, seperti $y = f(x_1, \dots, x_n)$).

Walau setiap $X_i = g(x)$, maka tidak diragukan / jelas terhadap total struktur, masing – masing mempunyai variable kuantitatif yang kuat pengaruhnya atau nilai – nilainya ditentukan

oleh skopnya atau kondisi sebelumnya, dan dengan bermacam – macam faktor antagonistik. Konsekwensinya, epidemi tidak ditentukan oleh hubungan penyebar linier tetapi oleh program yang ditentukan oleh komponen – komponen dan fungsi – fungsi yang khas dalam strukturnya. Lingkungan dan keikutsertaan manusia membatasi program dan memberikan rangsangan untuk operasionalnya. Berlainan dengan beberapa penghambat di dalam populasi (seperti proses pengacakan, kekambuhan, pembataan – pembatasan, keterbatasan dalam ambang ekonomi) mereka merangsang dan mengatur suatu strukur laten, yang kemudian menghasilkan perilaku seperti tumbuhan dan penurunan dari populasi bercak, ruang dan penyebaran, umur dan lain – lain (Sastrahidayat, 1995).

Pembuatan Model untuk Penelitian Sistem

Penelitian sistem biasanya melibatkan pembuatan model simulasi berbasis computer. Jelasnya, tahapan ini akan mengikuti analisa sistem yang seksama, dengan sebuah titik awal tertentu pada model itu sendiri, maka mampu untuk menganalisa sumber – sumber percobaan agar lebih efektif dalam penggunaannya. Untuk efektifnya untuk model, maka model tidak harus baik secara teknis akan tetapi juga harus mempunyai karakteristik di atas. Model yang merupakan bagian integral penelitian sistem dapat berfungsi sebagai :

1. Sebuah medium untuk mengkaji arah penelitian
2. Sebuah metoda yang hasil – hasilnya dapat diaplikasikan

3. Sebuah platform yang dapat mengarahkan kepada perkembangan sistem baru atau untuk mengendalikan sistem yang ada (Dant dan Blackie, 1971)

Prinsip dasar pembuatan model adalah menurut tipe model yang akan dikembangkan dimana tergantung pada penggunaannya. Model tersebut harus mampu menggambarkan kenyataan – kenyataan yang ada pada sistem sebenarnya yang terkait dengan pemanfaatan model. Sebenarnya pembuatan model bukanlah ilmu pengetahuan eksak sebagaimana dinyatakan oleh Mahrain (1972) yang mendefinisikannya sebagai seni memikir (meniru). Disebutkan pula bahwa fungsi model adalah cenderung meniru perilaku obyek atau situasi nyata daripada menentukan bagaimana format model harus dibuat atau seberapa detail yang harus direpresentasikan (Dant dan Blackie, 1971).

Apabila tersedia cukup data, maka seorang peneliti dapat melakukan peramalan penyakit. Peneliti tersebut melakukan untuk kepentingan intelektual, sedangkan yang lain melakukan untuk suatu penelitian akan melengkapi informasi dasar yang ada kaitanya antara penyakit dan lingkungannya. Akan tetapi penelitian – penelitian demikian itu masih jarang. Kebanyakan penelitian untuk peramalan penyakit dilakukan dengan harapan dapat digunakan sebagai cara mengendalikan penyakit secara praktis yang diperoleh dari penyempurnaan hasil peramalan yang akurat. Peramalan penyakit yang akurat tersebut dapat

mengurangi frekuensi penyemprotan yang diperlukan. (Kerr, 1981).

Model Kehilangan Hasil

Metode regresi berganda telah digunakan pada beberapa penelitian untuk mengembangkan hubungan antara penyakit dan kehilangan hasil Sallams (1948) menggunakan regresi berganda untuk menguji pengaruh busuk akar karena *Helminthosporium sativum* dan *fusarium* spp. Terhadap hasil gandum di Kanada (Kranz, 1972).

Terdapat 3 model peramalan kehilangan hasil menurut Zadoks (1974) :

- a. Model Titik Kritis, yaitu memilih tingkat kerusakan pada saat tertentu dan meramalkan kehilangan hasil dengan menggunakan persamaan regresi yang telah ditentukan pada masa yang telah lewat. Penentuan waktu biasanya adalah waktu fisiologis atau suatu masa yang dipresentasikan oleh fase pertumbuhan tertentu.
- b. Model Tingkat Kritis, didasarkan pada asumsi yang kurang tepat yaitu bahwa produk hasil secara perlahan – lahan berhenti dimana saat tingkat penyakit mencapai titik kritis. Kehilangan hasil ditentukan dengan cara mengukur hasil berdasarkan kurva waktu pertumbuhan tanaman sehat, sehingga kehilangan hasil yang diperkirakan merupakan perbedaan hasil akhir tanaman sehat dengan hasil yang telah ada pada saat titik kritis tercapai.

c. Model Periode Bebas Penyakit, yaitu menghubungkan kehilangan hasil yang akan datang terhadap lamanya periode bebas penyakit. Tidak ada tingkatan yang jelas dari akhir bebas penyakit kecuali secara kasar dengan ambang kendali yang dianggap sebagai titik akhir.

Selanjutnya menurut Kerr (1980) model kehilangan terbagi menjadi :

Model Titik Kritis

Model titik kritis atau tinggal didasarkan pada penaksiran atau penyakit yang dibuat pada waktu tertentu dalam kehidupan tanaman (titik kritis) kemudian dikaitkan dengan kehilangan hasil. Hubungan antara besarnya penyakit dan persen kehilangan hasil biasanya dinyatakan dalam bentuk persamaan regresi linier dimana variable bebasnya adalah intensitas penyakit (X) dan persen kehilangan hasil (Y) merupakan variabel tak bebas. Kelemahan model tersebut adalah dapat membedakan terjadinya penyakit dalam waktu yang pendek dan parah dengan terjadinya penyakit pada waktu yang lama dan kurang parah dimana pada saat kritis besarnya intensitas penyakit sama.

Area di bawah Kurva Perkembangan Penyakit

Van der Plant (1963) menyarankan bahwa hubungan antara penyakit dan kehilangan hasil dapat ditentukan dengan mempelajari area di bawah kurva perkembangan penyakit.

Model tersebut mengasumsikan bahwa 1) luka sebanding dengan besarnya penyakit 2) bahwa luka sebanding dengan lamanya berlangsungnya penyakit. Keuntungan model tersebut disbanding dengan model titik kritis adalah mampu membedakan dua epidemi, yang berbeda luas kurvanya, akan tetapi mempunyai persen tingkat serangan yang sama pada saat kritis.

Model Stokastik dalam Evaluasi Ekonomi pada Epidemiologi

Metode stokastik sejauh ini mendapatkan sedikit perhatian dalam epidemiologi penyakit tanaman. Dalam hal ini Van Derr Plank (1963) cenderung lebih mendukung dengan pendekatan deterministik. Pendekatan tersebut dapat dibenarkan selama terdapat banyak data atau ukuran populasinya diketahui secara tepat, demikian pula dengan laju perubahannya. Akan tetapi dalam kenyataannya nilai – nilai variabel dan konstanta berasal dari pengukuran – pengukuran yang terbatas keakuratannya serta masing – masing peristiwa terbatas jumlahnya (Kranz, 1974). Selanjutnya menurut (France dan Thornley, 1985) semakin besar ketidak pastian perilaku system, maka semakin penting untuk membangun perlakuan stokastik. Masalah – masalah dalam epidemiologi, dinamika populasi, pengendalian hayati juga didekati dengan model stokastik.

Suatu model stokastik terdiri dari beberapa unsur random atau distribusi probabilitas dalam model – modelnya, sehingga model tersebut dapat memprediksi nilai kuantitatif harapan.

Menurut Sugiarto (1992) menyatakan bahwa nilai kuantitatif harapan dari fungsi peubah acak X adalah rata – rata dari suatu fungsi yang diboboti oleh peluang terjadinya untuk semua nilai yang mungkin terjadi dari peubah – peubah acak. Bagi setiap $g(X)$ dari suatu peubah acak X dengan $f(X)$ sebagai fungsi probabilita, maka nilai harapan $g(X)$ yang dilambangkan dengan $E[g(X)]$ dapat dinyatakan dengan :

$$E[g(X)] = \sum g(X) \cdot f(X),$$

dimana symbol $E [\]$ digunakan untuk melambangkan nilai harapan apa saja yang muncul dalam kurung.

Dengan demikian, fungsi distribusi probabilita $f(X)$ dari tingkat serangan patogen dapat digunakan untuk menghitung keuntungan ekonomi yang diharapkan dari opsi pengendalian dengan berdasarkan pada probabilita terjadinya tingkat serangan penyakit. Dalam hal ini tingkat serangan dikategorikan dalam kelas – kelas tingkat seranga. Selanjutnya menurut Johnson *et. Al* (1985) menyatakan bahwa keuntungan netto diharapkan [$E(NR)$] untuk setiap aplikasi fungisida dapat dihitung sebagai berikut :

$$E(NR) = \sum_j = 1^n P(\theta) R_m$$

Dimana $P(-\theta)$ probabilitas terjadinya tingkat serangan yang dinyatakan dalam kelas tingkat serangan; R_m = keuntungan netto dari penggunaan aplikasi fungisida dengan interval tertentu. Keuntungan netto merupakan hasil pengurangan dari hasil penjualan produksi dengan biaya aplikasi fungisida yang menggunakan interval n hari.

III. FAKTOR – FAKTOR LINGKUNGAN YANG BERPENGARUH TERHADAP EPIDEMI

Faktor – faktor lingkungan yang paling penting dalam mempengaruhi perkembangan epidemi penyakit tanaman adalah kelembaban, suhu dan aktivitas manusia mengenai budidaya dan tindakan pengendalian.

Kelembaban

Kelembaban sebagaimana suhu mempengaruhi inisiasi dan perkembangan penyakit tanaman dalam banyak hubungan. Hal ini mungkin berada sebagai hujan atau air irigasi pada permukaan tanaman atau sistem akar, sebagai kelembaban relative di udara, dan sebagai embun. Kelembaban sangat diperlukan untuk perkecambahan spora jamur dan penetrasi pada inang oleh tabung kecambah. Kelembaban dalam bentuk seperti percikan hujan dan air mengalir, juga berpengaruh pada distribusi dan penyebaran banyak patogen pada tanaman yang sama atau ke tanaman yang lain. Selanjutnya, timbulnya banyak penyakit pada daerah tertentu terkait erat dengan jumlah dan distriibusi curah hujan per tahun.

Suhu

Patogen berbeda dalam hal preferensi terhadap temperature yang tinggi atau rendah. Beberapa jamur timbul lebih cepat pada suhu yang rendah disbanding dengan jamur yang lain, dan mungkin terdapat perbedaan yang signifikan

antara ras beberapa jamur. Suhu mempengaruhi jumlah spora yang terbentuk dan jumlah spora yang dilepaskan pada periode waktu tertentu.

Suhu mempengaruhi laju seluruh proses biologi dan penyakit tanaman, pengaruh penting adalah pada laju perkecambahan yang selanjutnya menentukan waktu untuk infeksi. Disamping mempengaruhi waktu infeksi, suhu juga mempengaruhi masa inkubasi, periode sporulasi dan periode infeksi. Semuanya ini mempunyai muatan pada perkembangan penyakit (Kerr, 1981).

Peramalan Berdasarkan Kondisi Cuaca

Peramalan dapat dilakukan dengan suatu korelasi antara tingkat serangan dan cuaca atau faktor biologi. Apabila cuaca yang mendukung penyakit dapat diramal, maka akan merupakan keuntungan yang besar. Dengan demikian dapat memungkinkan petani untuk menggunakan semprotan protektif sebelum infeksi terjadi. Sehingga peramalan cuaca, yang berdasarkan denah ikhtisar cuaca akan menjadi lebih penting dalam peramalan penyakit tanaman dimana dalam hal ini penggunaan computer diperlukan.

IV. PENYAKIT BERCAK UNGU

Biologi Penyakit

Penyakit bercak yang disebabkan oleh *Alternaria porri* (Ell.) Cif. merupakan penyakit utama pada bawang merah. (Suhardi, 1993). Menurut Semangun (1991) bahwa penyakit bercak ungu tersebut dapat timbul pada bermacam – macam anggota genus (marga) *Allium*. Kerusakan yang cukup besar terjadi pada bawang merah daun (*A. fistulosum*) dan bawang putih (*A. sativum*) yang ditanam pada musim hujan.

Menurut Everts dan Lacy (1990) bahwa pembentukan konidium *A. porri* pada bawang Bombay (*Allium cepa*) sangat bergantung pada kelembaban relative udara, apabila kelembabannya 75 – 85 %, konidium yang terbentuk sangat sedikit, dan kemudian meningkat dengan meningkatnya kelembaban. Sedangkan untuk perkecambahan konidium, lama permukaan daun basah (LPDB) saat pembentukannya sangat menentukan. Bila LPBD-nya 9 jam, hanya 26 % konidium yang berkecambah mencapai 96 %. Kelembaban dan LPDB merupakan faktor – faktor iklim yang selalu berubah setiap musim, tergantung curah hujan, penguapan, kecepatan angin, intensitas cahaya, dan sebagainya (Suhardi, 1993).

Gejala Penyakit

Gejala pertama adalah terjadinya bercak kecil, meleuk, berwarna putih sampai kelabu. Jika membesar, bercak tampak

bercincin – cincin dan warnanya agak keunguan. Tepinya agak kemerahan atau keunguan dan dikelilingi oleh zona berwarna kuning, yang dapat meluas agak jauh di atas di bawah bercak. Pada cuaca lembab permukaan bercak tertutup oleh konidiofor dan konidium jamur yang berwarna coklat sampai hitam. Ujung daun yang sakit mengering dan bercak lebih banyak terdapat pada daun tua.

Menurut Wibowo (1989) bahwa infeksi primer jamur *Alternaria porri* ini biasanya terjadi pada saat tanaman bawang membentuk umbi. Di Batu Malang, infeksi ini terjadi pada tanaman yang berumur sekitar 60 hari. Jika keadaan cuaca mendung, berkabut dan terus menerus hujan, serangan cendawan ini dapat terjadi pada tiap tingkat umur tanaman. *A. porri* membentuk spora, kira – kira empat hari setelah gejala serangan tersebut muncul. Badan buah yang mengandung spora tersebut mudah sekali terlepas, misalnya karena angin, serangga, manusia dan vector lainnya. Terutama jika banyak angin dan cuaca mendung.

Daur hidup

Jika kondisinya memungkinkan, spora ini segera tumbuh membentuk cendawan baru. Biasanya terjadi pada malam hari atau pagi hari ataupun siang hari saat cuaca mendung. Spora jamur ini tidak tahan pengaruh panas dan kekeringan. Apabila kondisinya memungkinkan untuk tumbuh (berkecambah), spora ini dapat tumbuh sebagai saprofit dalam tanah pada sisa – sisa tanaman, pupuk kandang atau kompos. Spora ini dapat tahan

hidup di tanah lebih dari setahun dan dapat menyerang tanaman baru (Suhardi, 1993).

Patogen bertahan dari musim ke musim pada sisa – sisa tanaman dan sebagai konidium. Di lapangan jamur membentuk konidium pada malam hari, yang penyeberannya dibantu oleh angin (Semangun, 1991).

V. PENELITIAN PEMBUATAN MODEL

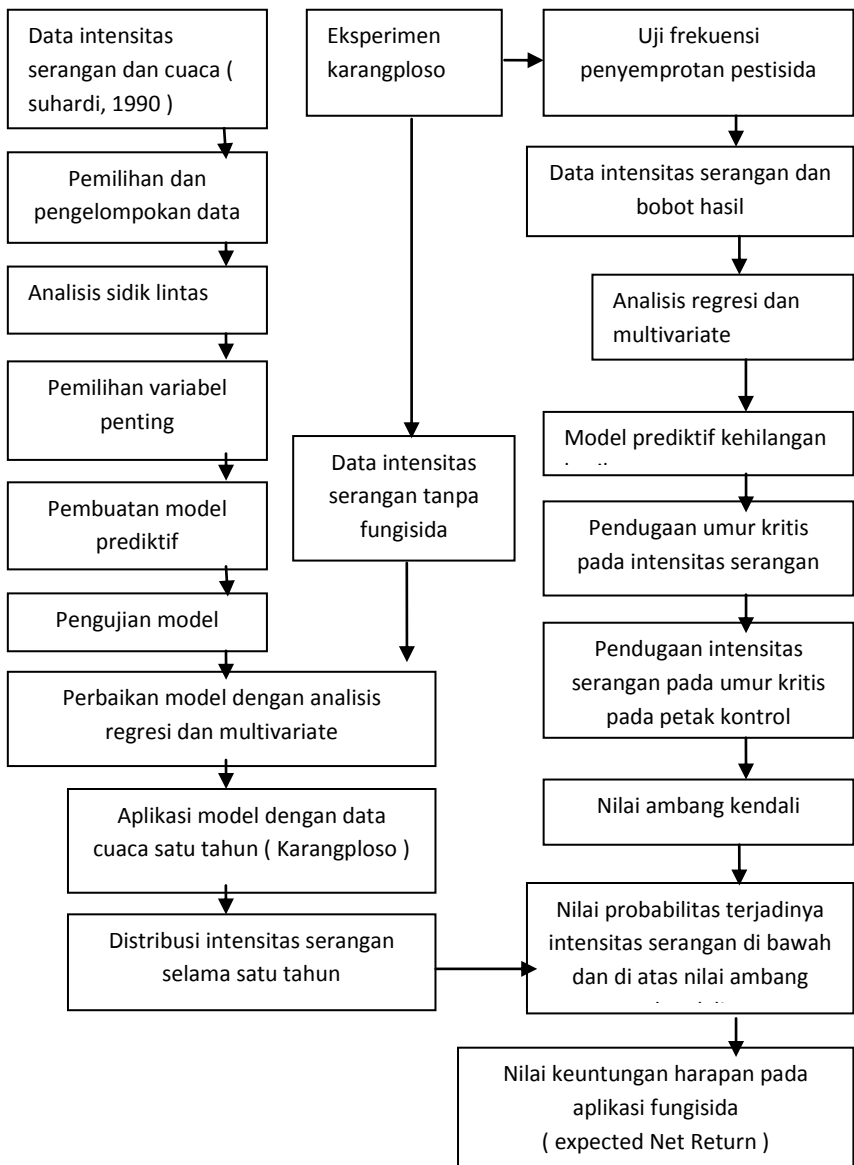
Penelitian dilaksanakan di Desa Karang Ploso, Kabupaten Malang, dengan ketinggian 500 m dpl merupakan daerah endemik penyakit bercak ungu. Percobaan dilaksanakan pada bulan Oktober sampai Desember 2000

Pembuatan model epidemi dilakukan dengan menggunakan data yang diperoleh dari literature dan penelitian di lapang. Adapun tahapan secara keseluruhan di dalam penelitian model epidemi untuk menentukan nilai ekonomi penggunaan fungisida tampak sebagaimana Gambar 1. Selanjutnya, tahapan – tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

Tahapan Pembuatan Model

Persiapan Data

Untuk mendapatkan data intensitas serangan *A. porri* pada bawang merah digunakan data penelitian Suhardi (1993) yang berlangsung selama empat musim tanam secara berturutan.



Gambar 1. Bagan alir penelitian studi hubungan cuaca dengan epidemic penyakit bercak ungu dalam penentuan nilai ekonomi penggunaan fungisida pada bawang merah.

Data tersebut diperoleh dari petak – petak tanpa perlakuan fungisida dalam uji interval penyemprotan fungisida di daerah Tegal, Jawa Tengah (Tabel 1)

Tabel 1. Intensitas serangan *A. porri* pada bawang merah pada berbagai periode tanam, Tegal 1990 (Suhardi , 1993).

Periode tanam	Intensitas serangan (%) pada minggu setelah tanam			
	4	5	6	7
15 Juni – 15 Agustus	0,75	0,70	18,79	27,80
15 September – 15 Nop	0,00	0,00	0,25	0,76
15 Des – 9 Feb	0,14	1,13	15,08	33,74
15 Maret – 11 Mei	0,15	1,20	10,61	27,30

Pengumpulan data semacam ini mengikuti cara yang telah dilakukan oleh Johnson, Phipps dan Beute (1986). Selanjutnya membuat tabulasi data intensitas serangan dan faktor – faktor cuaca sebelum minggu ke 4,5,6 dan 7 setelah tanam. Pada penyusunan model ini faktor cuaca berupa data curah hujan, kelembaban dan suhu diperoleh dari stasiun meteorology Tegal , Departemen Perhubungan, Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta .

Untuk memenuhi persyaratan dalam pembuatan model peramalan jangka pendek yang didasarkan pada siklus hidup patogen sebagaimana dinyatakan oleh Johnson et. al. (1986), maka dilakukan pengelompokan data sebagai berikut :

- A. Jumlah hari hujan dalam satu minggu (Hujan), yang telah mengasumsikan bahwa hujan mendukung penyebaran konidia melalui percikan hujan.
- B. Jumlah hari dengan suhu hari lebih dari 30 C dalam satu minggu (Suhu) dengan asumsi dapat mempunyai pengaruh negative terhadap perkembangan bercak dimana menurut Sutrisno et. al. (1996) suhu optimum perkembangan bercak adalah 25 – 30 C.
- C. Jumlah hari dengan kelembaban relatif udara > 75 % selama perkembangan penyakit (RH – 75).
- D. Jumlah hari dengan kelembaban relative udara > 90 % selama perkembangan penyakit (RH – 90).

Penglompokan jumlah hari kedua nilai kelembaban tersebut mengasumsikan adanya kisaran kelembaban yang mendukung perkembangan penyakit. Hal ini berdasarkan pendapat Evert dan Lucy (1990) dan Sutrisno (1996) bahwa pembentukan konidia *A. porri* pada bawang merah terjadi dalam jumlah kecil pada kelembaban relative 75 – 85 %, dan meningkat dengan meningkatnya kelembaban relative. Disamping itu berdasarkan penelitian Hadisutrisno et al (1996) didapatkan kelembaban relative di atas 90 % dengan suhu berkisar 25 -28 C menyebabkan kebasahan daun. Selanjutnya meningkatnya lama kebasahan daun akan semakin meningkat intensitas penyakit bercak ungu.

Penentuan Distribusi Intensitas Serangan

Pengukuran distribusi intensitas serangan dilakukan untuk membandingkan epidemi dari suatu waktu atau tempat yang berbeda. Perbandingan dilakukan terhadap kisaran rata – rata intensitas pada awal pengamatan sampai pada akhir pengamatan .

Data referensi

Dari data yang telah ada dilakukan pembuatan model dengan mencari hubungan antara intensitas serangan dengan variabel cuaca. Pendekatan yang digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan antara intensitas serangan dengan variabel cuaca adalah dengan analisis sidik lintas (Path analysis). Selanjutnya dari hubungan yang erat dicari bentuk hubungannya dengan pendekatan regresi maupun pendekatan multivariate. Pendekatan dengan kedua analisis tersebut dilakukan secara berulang – ulang untuk mendapatkan nilai koefisien determinasinya yang paling tinggi sebagaimana diisyaratkan oleh (Kranz, 1974 dan Gaspers, 1991).

Data penelitian lapangan

Pada penelitian di lapangan data diperoleh dari petak – petak percobaan yang tidak diberi perlakuan fungisida dalam uji interval penyemprotan fungisida terhadap intensitas serangan *A. porri* dan bobot hasil bawang merah.

Model data lapangan merupakan model kompilasi dengan menggabungkan data referensi Suhardi (1993). Pendekatan model dilakukan secara berulang – ulang dengan

analisis regresi maupun multivariate sebagaimana pada perumusan model diatas.

Percobaan kehilangan Hasil

Percobaan ini untuk mengetahui pengaruh frekuensi penyemprotan fungisida terhadap intensitas serangan dan bobot hasil bawang merah terhadap kehilangan hasil.

Tahapan penelitian sebagai berikut :

Percobaan dilaksanakan dengan ulangan. Perlakuan meliputi frekuensi penggunaan fungisida dengan frekuensi 5,7,10, dan 15 hari sekali serta control. menggunakan rancangan acak kelompok dengan empat ulangan.

Penanaman Bawang Merah

Penanaman bawang merah dilakukan pada lahan yang telah disiapkan dalam bentuk bedengan – bedengan. Bedengan dikelompokkan menjadi sebanyak ulangan. Pengelompokan didasarkan pada gradient aliran air. Masing – masing bedengan mempunyai ukuran lebar 1 m dan panjang 5 m. Selanjutnya jarak tanam antar tanaman dalam baris 15 cm dan antar barisan 20 cm. Lebar selokan 50 cm. Dua baris dari pinggir tanaman pada masing – masing petak digunakan sebagai tanaman border. Pemupukan terdiri atas pupuk organik, P₂O₅ 80 kg / ha diberikan sebelum tanam. Pupuk N 150 kg / ha K₂O 50 kg / ha diberikan dua kali, yaitu 10 dan 40 hari setelah tanam.

Perlakuan Fungisida

Penelitian ini menggunakan fungisida Dithane (Mankozeb) 3 ml / l dengan volume semprot 900l / ha dengan bahan perekat Triton (0,10 %). Penyemprotan dimulai umur 15 hari setelah tanam dengan frekuensi penyemprotan sesuai perlakuan.

Penentuan Serangan

Pengamatan pengaruh frekuensi penyemprotan fungisida terhadap perkembangan penyakit bercak ungu dilakukan pada umur 4,5,6 dan 7 minggu setelah tanam dengan 10 rumpun contoh secara acak di dalam petak. Intensitas serangan petogen dinyatakan dengan intensitas kerusakan per petak dihitung dengan rumus :

$$P = \sum = \frac{(v \times n)}{Z \times N} \times 100$$

Dimana P = serangan (%), v = nilai indeks kategori serangan, n = jumlah tanam setiap kategori serangan, Z = nilai indeks kategori serangan tertinggi, N = jumlah tanaman contoh. Adapun kriteria kerusakan adalah sebagai berikut :

0 = tidak ada bercak

1 = 1 - ≤ 25 %

2 = 26 - ≤ 50 %

3 = 51 - ≤ 75 %

4 = 76 ≤ 99 %

5 = 100 % atau mati

Pengukuran Bobot Hasil

Pengamatan terhadap bobot hasil dilakukan setelah tanaman berumur 60 hari, yaitu umbi bawang merah mengalami pengeringan selama dua hari di bawah terik matahari. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan digital.

Analisis Data

Analisis data dilakukan terhadap parameter intensitas serangan dan bobot hasil dengan analisis sidik ragam untuk mengetahui pengaruh frekuensi penyemprotan terhadap intensitas serangan dan bobot hasil umbi bawang merah. Selanjutnya adanya respon patogen terhadap perlakuan yang berbeda dilakukan dengan uji BNT 0,05 %.

Pembuatan Model Kehilangan Hasil

Dalam penelitian model kehilangan hasil data diperoleh dari penelitian pengaruh frekuensi penyemprotan fungisida. Pada penelitian model tersebut menggunakan asumsi bahwa data dari petak – petak percobaan mempunyai karakter epidemi yang berbeda. Petak – petak dengan perlakuan F1 (frekuensi penyemprotan lima hari sekali) merupakan petak – petak dengan intensitas serangan rendah atau hasil optimum (sebagai kontrol). sedangkan petak – petak lain di asumsikan mengalami kehilangan hasil.

Pada perumusan model kehilangan hasil melibatkan variabel bebas,yaitu intensitas serangan dan variabel tak bebas yang merupakan respon kehilangan hasil.kehilangan hasil merupakan selisih hasil dari petak dengan karakter epidemi tertentu terhadap petak optimum. Selanjutnya pendekatan model dilakukan dengan dua cara,yakni dengan metode titik kritis (Critical point method) dan metode titik majemuk (Multiple point method).

Penentuan Titik Kritis

Metode titik kritis merupakan model yang di buat dengan asumsi bahwa laju serangan konstan selama pertumbuhan tanaman,sehingga kurva perkembangan penyakit berupa garis linier. Model tersebut menggunakan besarnya intensitas serangan pada satu saat dalam pertumbuhan tanaman (fase) sebagai dasar penyusunan model .intensitas serangan pada saat tersebut diasumsikan dapat menurunkan hasil secara signifikan. Dalam model intensita serangan tersebut digunakan sebagai variabel bebas yang dinotasikan sebagai variabel X ,sedangkan data kehilangan hasil merupakan variabel tidak bebas dengan notasi Y. Sehingga persamaan model akan terbentuk $Y=a+bX$,dimana a =perpotongan garis pada sumbu Y. ; dan besarnya perubahan X unit pada penurunan hasil Y.

Untuk menentukan saat yang kritis pada respon kehilangan hasil, maka dilihat nilai koefisien regresi yang tertinggi pada model yang didapat.

Penentuan Titik Majemuk

Pada model tersebut menggunakan metode titik majemuk ,yaitu variabel intensitas serangan pada beberapa saat pertumbuhan (fase). Model tersebut mengasumsikan bahwa besarnya pengaruh intensitas serangan dikelompokkan sesuai dengan waktu pengamatan, sehingga dalam model terdapat beberapa variabel intensitas serangan X_k, \dots, X_n . dan variabel Y sebagai respon kehilangan hasil dan X_k =tingkat serangan pada saat k dan a =perpotongan garis persamaan dengan sumbu Y . Besarnya pengaruh masing-masing intensitas serangan terhadap kehilangan hasil ditentukan oleh koefisien regresi parsialnya.

Penentuan Nilai Ekonomi Frekuensi Penyemprotan

Dalam mengevaluasi nilai ekonomi dari beberapa interval penyemprotan berdasarkan potensi cuaca yang dapat menyebabkan terjadinya epidemi penyakit, maka pendekatan model dapat dilakukan dengan model stokastik. Dalam pendekatan tersebut menggunakan variabel cuaca sebagai peristiwa probabilitas ,dikarenakan merupakan faktor yang mempunyai nilai ketidak pastian yang tinggi.

Untuk mendapatkan nilai probabilitas terjadinya suatu intensitas serangan yang dipengaruhi oleh cuaca di suatu daerah, maka diperlukan data-data intensitas serangan dengan cuaca sebagai faktor penunjang dalam jangka waktu yang

panjang untuk suatu daerah. Hal ini sangat sulit untuk mendapat data –data tersebut. Oleh karena itu untuk dapat memperkirakan nilai probabilitas tersebut digunakan model epidemi yang telah ada. Metode tersebut didasarkan pada pendapat Johnson *et al.* (1986) yang menyatakan bahwa apabila penjelasan secara lengkap tentang keragaman data input terhadap fungsi respon dalam pertanian belum tersedia , maka data kasar dapat digunakan untuk menentukan distribusi probabilitas. Hal demikian telah dilakukan oleh Carlson (1982) dalam menjelaskan intensitas penyakit busuk buah peach dengan menggunakan data cuaca.

Adapun untuk mengevaluasi nilai ekonomi dari aplikasi frekuensi penyemprotan diperlukan a) frekuensi distribusi b) kurva kumulatif probabilitas.

Penentuan Frekuensi Distribusi Intensitas Serangan

Untuk memperkirakan intensitas serangan setiap bulan digunakan model epidemi yang mempunyai nilai determinasi tinggi. Selanjutnya, nilai-nilai intensitas serangan tersebut dikelompokkan ke dalam kelas-kelas intensitas serangan. Kelas-kelas tersebut digunakan untuk mengetahui frekuensi terjadinya serangan dalam kelasnya. Dari tabel frekuensi tersebut dihitung frekuensi relatif yang diasumsikan sebagai nilai probabilitas masing-masing kelas intensitas serangan. Selanjutnya, masing-masing nilai probabilitas dinyatakan ke dalam poligon frekuensi.

Membuat Kurva Kumulatif Probabilitas

Untuk mengetahui nilai suatu kelas diperlukan kurva probabilitas suatu kelas diperlukan kurva probabilitas kumulatif. Kurva tersebut diperoleh dari penjumlahan nilai-nilai probabilitas dari kelas-kelas yang ada di poligon frekuensi. Selanjutnya kurva tersebut digunakan untuk memperkirakan nilai probabilitas dari suatu kelas intensitas serangan.

Menentukan Probabilitas Intensitas Serangan

Untuk mengetahui probabilitas terjadinya intensitas serangan *A. porri* pada pertanaman bawang merah di Karangploso dikelompokkan ke dalam kelas yang berpengaruh dan tidak berpengaruh terhadap kehilangan hasil. Kelas-kelas tersebut mempunyai tingkatan pengaruh dengan besaran tertentu terhadap kehilangan hasil. Dalam penelitian tersebut dilakukan pengelompokan sebanyak dua kelas, yaitu kelas intensitas serangan yang mengakibatkan menurunnya hasil dan tidak menurunnya hasil.

Selanjutnya nilai intensitas serangan yang berpengaruh terhadap kehilangan hasil adalah intensitas serangan pada saat (fase) yang menentukan pertumbuhan tanaman pada petak kontrol (optimum). Pada petak tersebut besarnya intensitas serangan merupakan intensitas serangan yang tidak berpengaruh terhadap kehilangan hasil.

Dari kedua kelas tersebut dapat ditentukan nilai probabilitas terjadinya kelas intensitas serangan dari kurva probabilitas kumulatif. Selanjutnya nilai probabilitas tersebut digunakan untuk menghitung nilai ekonomi pada masing-masing aplikasi interval penyemprotan fungisida.

Menentukan Nilai Keuntungan Harapan

Keuntungan harapan diperoleh dengan menggunakan persamaan yang telah direkomendasikan oleh Johnson *et. Al.* (1985) sebagaimana persamaan di bawah

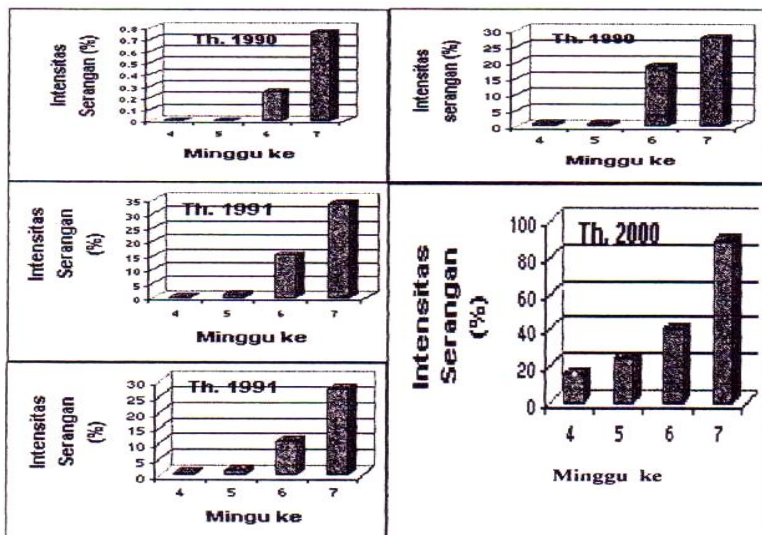
$$E(UB) = \sum_{j=1}^k P(\theta) U_b$$

Dimana $E(UB)$ = keuntungan yang diharapkan dan P = probabilitas kelas intensitas serangan, U_b = keuntungan bersih. Keuntungan bersih diperoleh dari pengurangan hasil kotor dengan biaya pemakaian fungisida dengan interval yang ditentukan.

VI. HASIL PENELITIAN MODEL

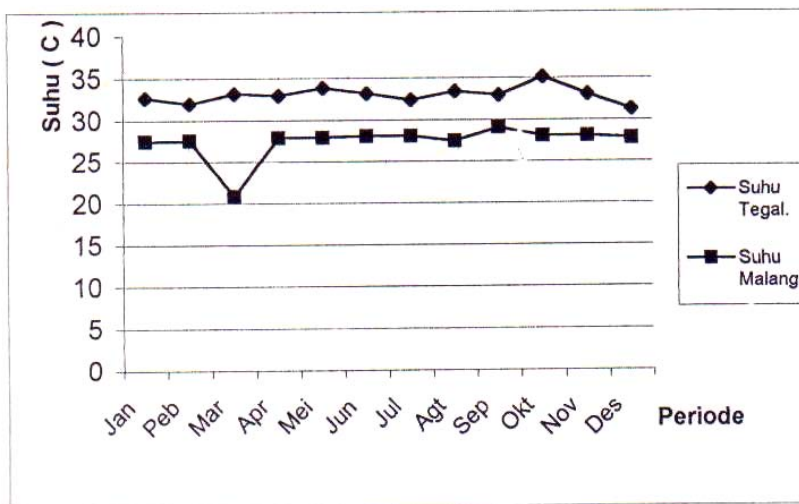
Perbandingan Epidemi

Perbandingan epidemi penyakit bercak ungu dari data penelitian referensi dengan data penelitian di lapangan dinyatakan dengan ukuran pemusatan, yaitu nilai rata-rata aritmatik dari intensitas serangan. Nilai rata-rata intensitas serangan dari data referensi pada awal pertumbuhan, yaitu empat minggu setelah tanam sampai akhir pertumbuhan berkisar antara 0 – 33,14 %. Sedangkan pada penelitian di lapangan menunjukkan kisaran rata-rata dari 15 – 88 % (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa epidemi pada daerah penelitian referensi (Tegal) lebih ringan dibanding dengan epidemi di lapangan (Karangploso).



Gambar 2. Rata-rata Sebaran Intensitas Serangan *A. porri* pada Bawang Merah Musim Tanam tahun 1990 – 1991 dan 2000

Kondisi tersebut diduga karena adanya faktor pembatas bagi perkembangan penyakit bercak ungu. Faktor pembatas tersebut adalah faktor cuaca yang berada di luar kisaran lingkungan optimum bagi perkembangan penyakit. Menurut data klimatologi Tegal pada bulan Juni – Desember 1990 dan Januari – Mei 1991 menunjukkan adanya kisaran suhu maksimum diatas 30 C. Sedangkan pada data klimatologi di Karangploso menunjukkan kisaran suhu maksimum di bawah 30 C (Gambar 3). Hal tersebut yang menyebabkan intensitas serangan *A. porri* di daerah Tegal lebih rendah dibanding dengan intensitas serangan di daerah Karangploso. Kondisi tersebut bersesuaian dengan hasil.



Gambar 3. Rata-rata Suhu Maksimum Selama Musim Tanam Bawang Merah di Daerah Tegal (Tahun 1990/1991) dan Daerah Karangploso, Malang (Tahun 2000)

penelitian Sutrisno *et. al.* (1996) yang menyatakan bahwa perkembangan penyakit bercak ungu optimum pada kisaran suhu antara 25-30C, sehingga adanya keadaan suhu yang melebihi batas optimum dapat mengurangi laju perkembangan penyakit

Hubungan Cuaca dengan Intensitas Serangan *A. porri*

Hasil analisis sidik lintas terhadap inokulum awal dan faktor cuaca didapatkan pengaruh langsung maupun tak langsung terhadap intensitas serangan dari beberapa data penelitian referensi (Suhardi, 1990) selama empat musim tanam pada tahun 1990-1991 sebagaimana tampak pada Tabel 2.

Dari hasil analisis sidik lintas Tabel 2 diketahui bahwa masing –masing variabel cuaca maupun inokulum berinteraksi satu sma lain. Adapun nilai koefisien lintasan yang tertinggi terdapat pada variabel kelembaban dan terendah pada variabel suhu yang secara berturutan adalah 0.66 dan 0.03.

Hasil ini menunjukkan bahwa faktor cuaca maupun inokulum saling berhubungan dalam mempengaruhi besarnya intensitas serangan.

Tabel 2. Hubungan antara beberapa variabel cuaca dan inokulum terhadap intensitas serangan *Alternaria porri* pada bawang merah

Variabel	Pengaruh terhadap infeksi	Koefisien Path
Inokulum	Langsung	0.42
	Melalui suhu	-0.02
	Melalui kelembaban	0.48
	Melalui hujan	-0.02
Suhu	Langsung	0.07
	Melalui inokulum	-0.18
	Melalui kelembaban	-0.31
	Melalui hujan	0.05
Kelembaban	Langsung	0.66
	Melalui inokulum	0.30
	Melalui suhu	-0.03
	Melalui hujan	-0.04
Hujan	Langsung	-0.10
	Melalui inokulum	0.07
	Melalui suhu	-0.03
	Melalui kelembaban	0.31

Hal ini sesuai dengan pendapat Sastrahidayat (1995) yang menyatakan bahwa epidemi tidak ditentukan oleh hubungan penyebab linier tetapi oleh program yang ditentukan oleh komponen-komponen dan fungsi-fungsi yang khas dari strukturnya.

Selanjutnya, variabel kelembaban mempunyai koefisien lintasan yang paling tinggi. Hal ini berarti bahwa kelembaban

relatif di atas 90% merupakan faktor yang paling besar dalam mempengaruhi intensitas penyakit dibanding faktor cuaca lain. Kondisi demikian telah diisyaratkan oleh Everts dan Lacy (1990) yang menyatakan bahwa pembentukan konidium *A. Porri* pada bawang Bombay (*Allium cepa*) sangat bergantung pada kelembaban relatif udara, apabila kelembabannya 75-85%, konidium yang terbentuk sangat sedikit dan kemudian meningkat dengan meningkatnya kelembaban. Selanjutnya menurut Miller (1975) menyatakan bahwa lama kebasahan daun lebih dari 11 jam dan RH melebihi 90% dapat meningkatkan jumlah konidia yang tertangkap di atas lahan pertanaman bawang padi hari berikutnya.

Pada analisis sidik lintas juga tampak bahwa faktor suhu secara tidak langsung bersama faktor lain menghasilkan koefisien sidik lintas negatif. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor suhu dengan kisaran di atas 30 C merupakan faktor antagonis bagi perkembangan penyakit bercak ungu apabila secara bersama-sama bekerja dengan faktor-faktor cuaca lain. Hasil ini mendukung analisis pada perbandingan epidemi di atas bahwa nilai rata-rata intensitas serangan pada kedua penelitian (Gambar 2) menunjukkan pola epidemi yang rendah pada daerah dengan suhu maksimum melebihi 30 C, sedangkan pada daerah yang suhu maksimum kurang dari batas optimum, pola epideminya tinggi.

Model Berdasarkan Data Referensi

Dari hasil analisis sidik lintas di atas diperoleh nilai-nilai koefisien lintas dari yang tertinggi sampai terendah yang secara berturut-turut adalah kelembaban, inokulum, hujan dan suhu. Urutan tersebut merupakan variabel prioritas dalam pemilihan model. Model-model yang dihasilkan dari berbagai kombinasi variabel maupun berbagai bentuk transformasinya secara iteratif (berulang-ulang) menunjukkan berbagai nilai determinasi sebagaimana tampak pada Tabel 3.

Pada hasil tersebut menunjukkan bahwa variabel kelembaban menghasilkan model dengan koefisien determinasi 87 %. Hal ini berarti bahwa secara individu dalam model tersebut 87 persen variasi intensitas serangan disebabkan oleh variabel kelembaban. Selanjutnya variabel kelembaban dan variabel inokulum secara bersama dapat menjelaskan 89 persen terjadinya intensitas serangan.

Berdasarkan analisis sidik lintas juga diperoleh adanya interaksi antara variabel bebas. Adanya interaksi tersebut menunjukkan perlunya mempertimbangkan bentuk interaksi antar variabel-variabel dalam model. Interaksi antar variabel dalam model tampak pada model (7) dengan koefisien determinasi sebesar 0.75.

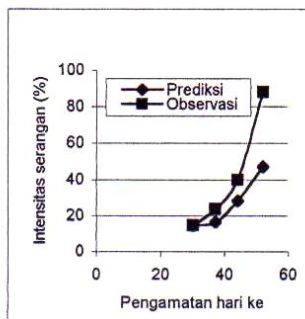
Dari model-model tersebut tampak bahwa model 1 mempunyai koefisien determinasi yang paling tinggi, yaitu 0,89.

Tabel 3. Model alternatif peramalan epidemi penyakit bercak ungu berdasarkan variabel cuaca dan inokulum pada tanaman bawang merah

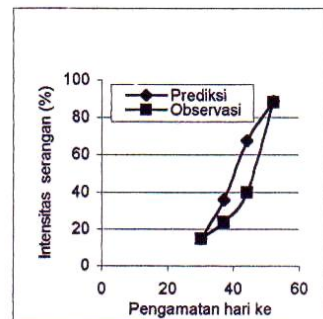
Model	R ²	Keterangan
1. $Y = 1,070 X_1 + 0,829 X_2 - 1,045$	0,89	X1= inokulum X2= total hari kelembaban >90
2. $Y = 0,0086 X^2 - 0,0188 X + 0,776$	0,87	X= total hari kelembaban >90 (transformasi $VX+0,5$) X= total hari kelembaban >90
3. $Y = 0,0684 X^2 - 0,526 X + 0,2517$	0,86	X= total hari kelembaban >90
4. $Y = 0,089^{0,08 X}$	0,83	X1= jumlah hari hujan X2= total hari kelembaban >90
5. $Y = -2,004 - 1,250 X_1 + 1,228 X_2$	0,76	X1= jumlah hari hujan X2= total hari kelembaban >90 X3= total hari kelembaban >75
6. $Y = -1,802 - 1,251 X_1 + 1,343 X_2 - 0,159 X_3$	0,76	X1= inokulum X2= total hari kelembaban >90
7. $Y = 4,48 + 4,75 X_1 - 0,533 X_1 X_2$	0,75	X1= total hari hujan X2= total hari kelembaban >90
8. $Y = -4,362 + 0,399 X_1 + 0,975 X_2$	0,72	X1= inokulum X2= total hari kelembaban >90
9. $Y = 5,09 + 0,27 X_1 X_2$	0,71	

Model tersebut mengandung dua variabel, yaitu inokulum awal dan total kelembaban. Sedangkan untuk model dengan satu variabel yang mempunyai koefisien determinasi tinggi yaitu kelembaban dengan transformasi arc sin dan tanpa transformasi, berturut-turut 0,87 dan 0,86. Selanjutnya model yang mengandung interaksi dua variabel terdapat pada model 6 dengan koefisien determinasi sebesar 0,71.

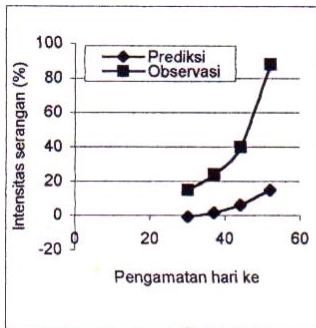
Untuk melihat kesesuaian model pada daerah baru, maka model-model tersebut diuji dengan data baru dari penelitian di lapangan sebagaimana tampak pada gambar 4 – 7.



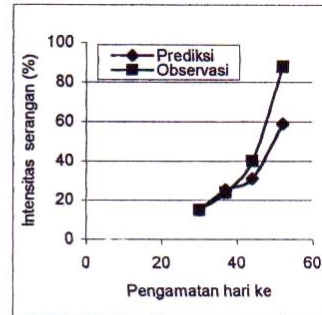
Gambar 4. Nilai prediktif intensitas serangan *A. porri* dengan menggunakan variabel inokulum dan total hari kelembaban >90 (model 1) dibandingkan dengan nilai



Gambar 5. Nilai prediktif intensitas serangan menggunakan interaksi variabel inokulum dan total kelembaban (model7) dibanding dengan nilai observasi



Gambar 6. Nilai prediktif intensitas serangan menggunakan (transformasi $Vx+0,5$) variabel total kelembaban (model 2) dibandingkan dengan nilai observasi



Gambar 7. Nilai prediktif intensitas serangan menggunakan interaksi variabel inokulum dan total hari kelembaban >90 (model 9) dibandingkan dengan nilai observasi

Hasil pengujian sebagaimana tampak pada gambar-gambar di atas menunjukkan bahwa nilai-nilai prediktif masih menyimpang jauh dari nilai-nilai yang didapat di lapangan. Hal ini mengisyaratkan bahwa model-model yang dirumuskan dari data referensi kurang layak untuk diaplikasikan di daerah Karangploso. Penegasan tersebut didasarkan pada pendapat Kranz (1974) yang menyatakan bahwa kebanyakan model dibuat untuk kepentingan lokal. Juga ditegaskan oleh Gasperzs (1994) yang menyatakan bahwa model regresi yang tidak tepat untuk dijadikan peramal, perlu dimodifikasi menjadi model lain yang diperkirakan sesuai. Untuk itu dapat mencari tambahan informasi melalui penambahan data baru, studi pemodelan, dan konsultasi dengan para ahli.

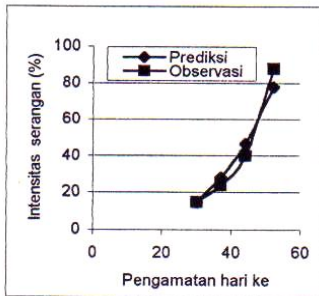
Model Berdasarkan Data Kompilasi di Lapangan

Model-model yang telah diperoleh dari data referensi di atas dimodifikasi dengan menambahkan data baru dari hasil penelitian di Karangploso sebagaimana terdapat pada tabel 4 di bawah.

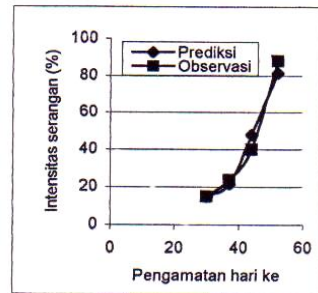
Tabel 4. Model alternatif peramalan epidemi penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah setelah penambahan data baru

Model	R ²	Keterangan
1. $Y = -1,449 + 1,7173X_1 + 0,7603X_2$	0,78	X1= inokulum X2= total kelembaban >-90
2. $Y = 2,85 + 0,61X_1 + 0,27X_1X_2$	0,87	X1= inokulum X2= total kelembaban >-90
3. $Y = -1,35 + 0,01X_1^2 + 1,3X_1$	0,32	X1= total kelembaban
4. $Y = 2,86 + 0,39X_1X_2$	0,76	X1= inokulum X2= total kelembaban >-90

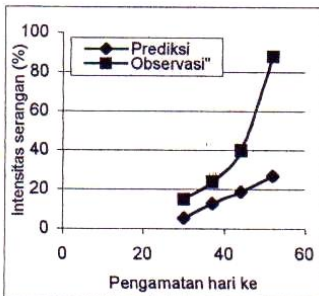
Dari data di atas diperoleh perubahan-perubahan koefisien determinasi yang sama sebagaimana pada model referensi diuji dengan data-data yang diperoleh di Karangploso. Hasil pengujian sebagaimana tampak pada Gambar 8 – 11.



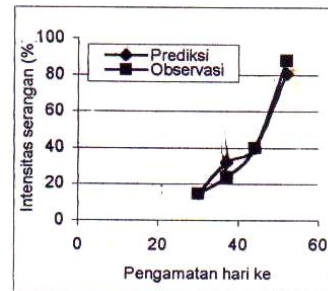
Gambar 8. Nilai prediktif intensitas serangan *A. porri* dengan variabel inokulum dan total hari kelembaban >90 setelah penambahan data baru (model 1) dibandingkan dengan nilai observasi



Gambar 9. Nilai prediktif intensitas serangan *A. porri* dengan interaksi inokulum dan total kelembaban setelah penambahan data baru (model 2) dibandingkan dengan nilai observasi



Gambar 10. Nilai prediktif intensitas serangan *A. porri* dengan variabel total hari kelembaban >90 setelah penambahan data baru (model 3) dibandingkan dengan nilai observasi



Gambar 11. Nilai prediktif intensitas serangan *A. porri* dengan interaksi variabel inokulum dan total hari kelembaban >90 setelah penambahan data baru (model 4) dibandingkan dengan nilai observasi

Dari hasil gambar simulasi di atas tampak bahwa Gambar 9 yang dibangun dari model 2, yaitu $Y = 2,85 + 0,61X_1 + 0,27X_1X_2$ merupakan model yang paling sesuai dengan nilai determinasi sebesar 0,87. Hal ini dikarenakan model tersebut dibangun dari variabel inokulum awal (X_1) dan kelembaban relatif (X_2). Model tersebut menyatakan bahwa besarnya intensitas serangan dipengaruhi oleh adanya inokulum atau infeksi awal dan kelembaban relatif udara diatas 90 persen.

Selanjutnya, variasi intensitas serangan ditentukan oleh besarnya inokulum awal dan nilai interaksi inokulum dengan kelembaban relatif. Hasil ini sesuai dengan pendapat Kranz (1974) yang menyatakan bahwa bentuk linier menjadi tidak logis apabila penambahan inokulum menyebabkan penambahan penyakit dengan atau tanpa adanya kelembaban.

Pengaruh Frekuensi Penyemprotan

Dari hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa aplikasi fungisida dengan berbagai interval penyemprotan berpengaruh nyata terhadap intensitas serangan *A. Porri*. Perlakuan-perlakuan interval penyemprotan yang memberikan respon berbeda pada intensitas serangan terdapat pada Tabel 5 di bawah.

Tabel 5. Intensitas serangan *Alternaria porri* pada bawang merah dari beberapa pengamatan

Perlakuan	Intensitas serangan (%) Pengamatan Minggu ke			
	4	5	6	7
Kontrol	15,0 b	22,63 a	28,88 b	92,38 c
Frekuensi 5 hari sekali	2,5 a	0,37 a	21,88 a	71,88 a
Frekuensi 7 hari sekali	7,0 a	23,25 a	27,12 b	80,75 b
Frekuensi 10 hari sekali	6,5 a	22,88 a	26,25 b	86,13 bc
Frekuensi 15 hari sekali	16,5 b	24,88 b	27,13 b	90,50 c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 0,05

Hasil tabel menunjukkan bahwa intensitas serangan *A. porri* pada kontrol tinggi pada minggu ke 6 dan ke 7. Pada minggu terakhir pada kontrol secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan F2, F3, dan F4 dan berbeda nyata F1 (frekuensi 5 hari sekali) pada saat 6 minggu setelah tanam. Hal ini menunjukkan penyemprotan fungisida dengan interval melebihi 5 hari hanya efektif sampai minggu ke 5. Sedangkan frekuensi 5 hari menyebabkan intensitas serangan menjadi terendah dan berbeda nyata pada pengamatan minggu ke 5, dan ke 6. Kondisi ini diduga karena penyemprotan 5 hari sekali menyebabkan patogen tidak dapat berkembang dengan baik. Hal ini diisyaratkan oleh pendapat Bock (1954) dalam Lacy (1990) yang menyatakan bahwa 6 hari setelah infeksi dengan RH kurang dari 80% akan mendukung pembentukan flek untuk pembentukan bercak dan menurut Wibowo (1989) bahwa *A. Porri* membentuk spora kira-kira empat hari setelah gejala serangan muncul.

Bobot Hasil Bawang Merah

Dari hasil analisis sidik ragam (Lampiran 5) menunjukkan sedikitnya satu perlakuan interval penyemprotan memberikan respon bobot yang berbeda nyata. Tabel 6 menunjukkan pengaruh perlakuan frekuensi penyemprotan terhadap bobot umbi bawang merah yang berbeda.

Tabel 6. Pengaruh Interval Penyemprotan terhadap Bobot Umbi Bawang Merah

Perlakuan	Bobot (kg per ha)
Kontrol	3972,01 a
Frekuensi 5 hari	10515,49 c
Frekuensi 7 hari	6673,71 b
Frekuensi 10 hari	4928,19 4
Frekuensi 15 hari	4428,60 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 0,05

Hasil Tabel 6 menunjukkan perlakuan F1 (frekuensi 5 hari sekali) menghasilkan bobot hasil kering panen paling tinggi sebesar 10515,49 kg per ha dan berbeda nyata dengan hasil perlakuan lain. Selanjutnya, perlakuan F2 (frekuensi 7 hari sekali) menghasilkan 6673,71 kg per ha dan berbeda nyata terhadap kontrol. Hal ini menegaskan bahwa dengan interval penyemprotan kurang atau paling sedikit 7 hari sekali, maka tanaman bawang merah dapat berproduksi lebih tinggi dibanding dengan tanaman yang mendapatkan perlakuan lebih dari 7 hari. Kondisi ini diduga bahwa penyemprotan dengan frekuensi sedikitnya 7 hari sekali dapat mengurangi laju perkembangan penyakit dan kerusakan klorofil tanaman, sehingga tanaman dapat berproduksi lebih tinggi. Penegasan tersebut diisyaratkan

oleh pendapat Bock (1964) bahwa selama 6 hari setelah infeksi akan mendukung pembentukan fisik untuk pembentukan bercak.

Pada hasil Tabel 6 juga menunjukkan bahwa perlakuan F1 memberikan bobot hasil yang tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian fungisida dengan frekuensi 5 hari sekali secara tidak langsung dapat meningkatkan hasil. Hal ini diduga bahwa penyemprotan 5 hari sekali dapat menekan intensitas serangan secara signifikan pada saat 6 minggu setelah tanam, dengan berkurangnya intensitas serangan tersebut maka secara tidak langsung mengurangi hambatan fotosintesis bagi tanaman bawang merah. Hal ini diisyaratkan oleh Agrios (1997) yang menyatakan bahwa patogen dapat mengganggu fotosintesis yang mengakibatkan klorosis, nekrosis, terhambatnya pertumbuhan dan berkurangnya jumlah buah.

Model Kehilangan Hasil

Untuk mendapatkan model prediktif kehilangan hasil terhadap intensitas serangan *A. porri* pada pertanaman bawang merah telah dilakukan dengan metode titik kritis dan metode titik berganda yang menggunakan fase perkembangan tanaman sebagai dasar saat pengamatan intensitas serangan penyakit.

Model Titik Kritis

Hasil analisis terhadap model prediktif kehilangan hasil didapatkan beberapa koefisien regresi. Koefisien regresi yang paling tinggi terdapat pada model yang didasarkan pada

intensitas serangan saat tanaman berumur X3 (42 hari) diikuti oleh intensitas serangan pada saat tanaman umur 49 hari. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas serangan *A. porri* dapat berpengaruh secara signifikan pada saat tanaman berumur 42 hari dan 49 hari. Hasil ini diduga bahwa pada saat tanaman berumur 42 hari setelah tanam, saat itu tanaman mencapai fase pengisian umbi dimana merupakan salah satu periode kritis bagi perkembangan umbi tanaman. Hasil ini didukung oleh pendapat (Samadi dan Bambang, 1996) bahwa pada saat tanaman berumur 35 – 50 hari tanaman berada pada fase pembesaran umbi.

Tabel 7. Koefisien regresi pada model titik kritis antara persen infeksi dengan kehilangan hasil per hektar

Model Titik Kritis	Koefisien regresi (R^2)	Keterangan
1. $Y = 84,53 X_1 + 4007,9$	0,24	X_1 = infeksi saat umur 28 hari
2. $Y = 0,64 X_2 + 12,07$	0,23	X_2 = infeksi saat umur 35 hari
3. $Y = 235,88 X_3 - 1416,9$	0,58	X_3 = infeksi saat umur 42 hari
4. $Y = 104,14 X_4 - 3960,6$	0,51	X_4 = infeksi saat umur 49 hari

Model Titik Berganda

Pada model titik berganda diperoleh nilai-nilai koefisien regresi parsial seperti tampak pada Tabel 8. Pada tabel tampak bahwa koefisien regresi parsial dengan kombinasi saat tanaman berumur 30, 37 dan 42 hari setelah tanam dengan nilai keragaman sebesar ($R^2=0,68$).

Persamaan tersebut dapat menjelaskan variasi respon kehilangan hasil terhadap ketiga umur tanaman sebesar 68 persen. Disamping itu, persamaan yang mengandung koefisien regresi parsial negatif dapat dihilangkan karena secara logika hasil, peningkatan infeksi penyakit mempunyai pengaruh yang makin besar terhadap kehilangan hasil.

Tabel 8. Nilai Standard Koefisien Regresi Parsial Pada Model Titik Berganda Antara Persen Infeksi Dengan Kehilangan Hasil Per Hektar

Model Titik Berganda	Nilai Standard Koefisien Regresi Parsial	R^2
$Y = -251,87 + 42,99X_1 - 100,56X_2 + 220,941X_3 + 12,96X_4$	0,25 -0,24 0,71 0,09	0,68
$Y = 351,70 + 44,72X_1 - 107,77X_2 + 245,18 X_3$	0,26 -0,26 0,79	0,68
$Y = -1142,54 + 41,55X_1 + 206,53X_3$	0,24 0,67	0,63
$Y = -58,33 - 99,38X_2 + 271,60X_3$	-0,24 0,87	0,62

Pada model prediktif tersebut juga menunjukkan koefisien regresi paling tinggi terdapat pada pengamatan intensitas serangan saat tanaman berumur 49 hari. Hasil ini sesuai dengan fase yang diperoleh pada pendekatan titik kritis di atas.

Probabilitas Intensitas Serangan

Data intensitas serangan prediktif terhadap faktor cuaca selama satu tahun telah dihitung, selanjutnya data-data tersebut dimasukkan ke dalam kelas-kelas interval intensitas serangan, sehingga diperoleh nilai-nilai frekuensi relatif dalam bentuk Histogram frekuensi.

Dari perhitungan nilai-nilai frekuensi relatif dapat diperoleh nilai-nilai kumulatif probabilitas yang merupakan penjumlahan dari nilai-nilai frekuensi relatif sebelumnya. Nilai-nilai kumulatif probabilitas ditunjukkan dengan Gambar 10.



Gambar 10. Probabilitas kumulatif pada intensitas serangan ($\theta \leq 21$) dan ($\theta > 21$)

Pada penentuan nilai ekonomi penggunaan interval penyemprotan fungisida didasarkan pada nilai probabilitas intensitas serangan yang dapat mempengaruhi kehilangan hasil dan yang tidak mempengaruhi. Besarnya intensitas serangan tersebut diketahui dari rata-rata intensitas serangan pada fase kritis (minggu ke 6) pada perlakuan F1 (frekuensi 5 hari sekali) (Tabel 5). Dengan asumsi bahwa perlakuan F1 masih dapat mencapai hasil optimum terhadap intensitas serangan sebesar 21,88 persen yang terjadi pada minggu ke 6. Rata-rata bobot hasil yang diperoleh adalah 10515 kg per ha (Tabel 6). Hasil ini sesuai dengan perkiraan data referensi 10 ton per hektar (Samadi dan Bambang, 1996).

Berdasarkan nilai intensitas tersebut, dapat diasumsikan terdapat dua probabilitas, yaitu intensitas serangan yang kurang dari 21 % ($\theta \leq 21$) tidak akan mempengaruhi kehilangan hasil dan intensitas yang lebih besar dari 21 % ($\theta > 21$) akan berpengaruh terhadap kehilangan hasil. Dengan demikian, perlu diketahui nilai probabilitas dari ke dua kategori intensitas serangan tersebut.

Selanjutnya, dari Gambar 10 dapat diketahui nilai probabilitas intensitas serangan yang kurang dari 21 persen sebesar 0,42 sedangkan untuk nilai probabilitas yang lebih dari 21 persen sebesar 0,58. Hal ini menunjukkan bahwa epidemi penyakit bercak ungu di daerah Karangploso dengan intensitas serangan kurang dari 21 persen akan terjadi dengan probabilitas

42 persen selama epidemi. Sedangkan epidemi penyakit bercak ungu dengan intensitas lebih dari 21 persen akan terjadi dengan probabilitas 58 persen selama epidemi.

Nilai Ekonomi Keuntungan Harapan

Nilai keuntungan harapan dihitung berdasarkan bobot hasil pada epidemi ringan dengan intensitas serangan kurang dari 21 persen pada minggu ke 6 setelah tanam (data Suhardi, 1993) dan epidemi berat dengan intensitas lebih dari 21 persen (data di lapangan). Dari kedua epidemi tersebut dihitung rata-rata hasil dengan mempertimbangkan nilai probabilitasnya. Dengan nilai probabilitas yang telah diketahui di atas, maka diperoleh nilai-nilai ekonomi yang diharapkan dalam evaluasi perlakuan interval penyemprotan fungisida (Tabel 9).

Dari hasil nilai harapan keuntungan yang diperoleh pada tabel 9 menunjukkan adanya pertambahan nilai keuntungan pada semua interval dengan semakin pendeknya interval penyemprotan. Hal ini mengisyaratkan berkurangnya frekuensi penyemprotan menyebabkan berkurangnya nilai keuntungan yang diharapkan. Pada hasil tersebut peningkatan nilai keuntungan yang diharapkan terbesar terjadi pada peningkatan frekuensi penyemprotan F3 (10 hari) menjadi F2 (7 hari) sekali, yakni sebesar Rp 9.202.000,- pada hasil perhitungan tersebut menyimpulkan bahwa dalam pengendalian penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah diperlukan fungisida sedikitnya 5 hari sekali dalam upaya mendapatkan keuntungan yang optimal.

Tabel 9. Rata-Rata Nilai Keuntungan Harapan Pada Berbagai Interval Penyemprotan Fungisida

Perlakuan	Rata-rata Nilai Harapan Keuntungan dengan Tingkat Serangan Rendah Tinggi (P=0,42) (P=0,58)		E(NR) (Ribuan Rupiah Ha/Tahun)	Peningkatan E (NR) (Ribuan Rupiah Ha/Tahun)
Frekuensi 5 hari sekali	19095000	30.421.455	25664	7077
Frekuensi 5 hari sekali	17815000	19146115	18587	9202
Frekuensi 5 hari sekali	10786000	8370742	9385	4528
Frekuensi 5 hari sekali	1074900	7596480	4857	

Keterangan: asumsi harga bawang merah untuk F1 dan F2 per kilogram RP 3000,- dan untuk F3 dan F4 sebesar RP 1800,-

KESIMPULAN

Dari hasil-hasil penelitian mengenai hubungan cuaca dengan epidemi penyakit bercak ungu dalam penentuan nilai ekonomi penggunaan fungisida pada bawang merah dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Terdapat hubungan yang erat antara variabel kelembaban relatif $\geq 90\%$ dengan intensitas serangan dimana variabel tersebut merupakan faktor yang paling dominan dalam mempengaruhi secara langsung intensitas penyakit bercak ungu dibanding faktor cuaca lain dengan koefisien lintas sebesar 0,66. Sedangkan variabel suhu diatas 30°C mempunyai pengaruh

langsung yang paling kecil dengan koefisien lintas sebesar 0,07 dan dengan variabel lain berinteraksi negatif.

Model prediktif intensitas serangan penyakit bercak ungu dengan presisi tertinggi dihasilkan dari interaksi variabel kelembaban relatif $RH \geq 90\%$ dengan inokulum awal dalam persamaan $Y = 2,85 + 0,61 (\text{inokulum}) + 0,27 (\text{inokulum}) \cdot (\text{total hari kelembaban } RH \geq 90)$.

Epidemi penyakit bercak ungu di daerah Karangploso dengan intensitas serangan rendah (kurang dari 12 %) dapat terjadi dengan probabilitas 42% selama epidemi.

Nilai keuntungan harapan tertinggi dalam pengendalian penyakit bercak ungu dengan menggunakan fungisida terdapat pada interval penyemprotan 5 hari sekali sebesar Rp. 25.664.000,-

Saran

Dalam penelitian model tersebut masih perlu mendapatkan data pada musim kemarau agar diketahui sebaran intensitas serangan yang rendah pada saat menjelang panen dan selanjutnya model perlu divalidasi.

Pada penelitian uji kehilangan hasil perlu diupayakan tanaman sehat sebagai kontrol dengan pemberian fungisida seintensif mungkin sehingga diperoleh data kehilangan hasil yang lebih akurat.

Dalam penentuan nilai probabilitas suatu intensitas serangan masih perlu dilakukan penelitian kondisi cuaca sebenarnya pada saat terjadi intensitas serangan tersebut dalam jangka waktu yang relatif panjang dan berkesinambungan.

Selanjutnya, dalam kompilasi data secara keseluruhan perlu diupayakan data-data penelitian yang diperoleh dari daerah setempat dalam jangka waktu yang panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. (1997) *Plant Pathology*. Academic Press, San Diego.
- Brown, J.F., A.Kerr, F.D.Morgan dan I.H.Parbery (1980) A Course Manualin *Plant Protection*. Hedges & Bell Pty Ltd,Melbourne.
- Dant, J.M. dan M.J. Blackie (1979) System Simulation in Agriculture.Applied Science Publishers Ltd. London.
- Everts, K.L. and M.L Lacy (1990) The influence of dew duration, relative humidity, and leaf senescence on conidial *Phytopathology* 80,1203-1207
- France, J. Dan J.H.M. Thornley (1985) *Mathematical Models in Agriculture*.Buttersworths. London.
- Gaspersz, V.(1991) Metode perancangan percobaan. Armico, Bandung.
- Hadisutrisno, B., Sudarmadi,Siti Subandriyah dan Ahmadi Priyatmodjo (1996) Peranan faktor cuaca terhadap infeksi dan perkembangan penyakit bercak ungu pada bawang merah. *Indon. J. Plant Prot.* I No. 1:56-64
- Johnson, C.S., P.M. Phipps, dan M.K.Beute (1985) Cercospora leaf spot management decision: Uses of a correlation between rainfall and disease severity to evaluate the Virginia leaf spot advisory. *Phytopathology* 76, 860-863
- Krans, J. (1974) *Epidemics Of Plant Disease Mathematical Analysis And Modelling*. Chapman & Hall Limited, london.

- Samadi, B. dan B Cahyo. (1996) *Intensifikasi Budidaya Bawang Merah*. Kanisius. Yogyakarta
- Sastrahidayat, I.R. (1995) *Pengantar Epidemiologi Penyakit Tanaman*. Fakultas Pertanian. Unibraw, Malang.
- Semangun, H. (1991) *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura*. University Gajah Mada. Press, Yogyakarta
- Sitompul, J.M. dan B. Guritno (1988) *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sugiarto (1992). Analisis Regresi. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta. 114 hal.
- Suhardi. (1993) Pengaruh waktu tanam dan interval penyemprotan fungisida terhadap intensitas serangan *Alternaria porri* dan *Collectrichum Gloesporioides* pada bawang merah. Buletin Penel. Hort. XXVI No.1.
- _____(1995) Ambang kerusakan penyakit sayuran, mungkinkah diterapkan. *Prosiding Seminar ilmiah Nasional Komoditi Sayuran*, Hal.479-483 Balitsa. Jakarta.
- Vrises, P. dan D.M. Jansen (1989) *Simulation of Ecophysiological Procces of Growth in Several Annual Crops*.
- Zadoks, J.C, and R.D. Schein. (1979) *Epidemiology and Plant Disease Management*. Oxford University Press New York.

ESTIMASI KEHILANGAN HASIL EKONOMI PRODUKSI BAWANG MERAH TERHADAP PENYAKIT BERCAK UNGU

Monograf Estimasi Kehilangan Hasil ini berisi himpunan hasil-hasil penelitian uji model sebagai dasar penyusunan rekomendasi waktu tanam tanaman bawang merah dan resikonya. Dalam tulisan ini, hasil penelitian yang disampaikan sebagian besar merupakan penelitian model untuk perkembangan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah.

Selama dekade terakhir, upaya pengendalian penyakit pada tanaman bawang merah diarahkan pada pengendalian cara budidaya dikarenakan belum adanya varietas bawang merah yang tahan terhadap penyakit bercak ungu. Diantaranya adalah penggunaan varietas yang sesuai musim. Perkembangan penyakit bercak ungu sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Oleh karenanya prediksi keberhasilan dalam pengendalian penyakit bercak ungu dapat didasarkan pada data cuaca dalam suatu musim. Pentingnya mengetahui pola cuaca pada suatu daerah sebagai pertimbangan dalam usaha tanaman bawang merah. Karakteristik pola cuaca mempunyai nilai peluang dalam keberhasilan usahatanaman bawang merah.

Usaha untuk mengetahui pola distribusi penyakit bercak ungu pada pertanaman bawang merah dalam satu tahun dan dapat digunakan sebagai konsep dasar dalam mengevaluasi penggunaan fungisida. Oleh karena itu di dalam tulisan ini pemahaman tentang estimasi kehilangan hasil ekonomi akan dirumuskan sesuai kaedah ilmu probabilitas.